

**PENILAIAN KUALITI UDARA DALAMAN
YANG BERKAITAN DENGAN
PENDEDAHAN ASAP ROKOK BASI
DI PREMIS-PREMIS AWAM
DI PULAU PINANG**

AHMAD SHALIHIN BIN MOHD SAMIN

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2015

PENILAIAN KUALITI UDARA DALAMAN
YANG BERKAITAN DENGAN
PENDEDAHAN ASAP ROKOK BASI
DI PREMIS-PREMIS AWAM
DI PULAU PINANG

Oleh

AHMAD SHALIHIN BIN MOHD SAMIN

Tesis yang diserahkan untuk
memenuhi keperluan bagi
Ijazah Sarjana Sains

Mac 2015



DEDIKASI

Saya tujukan kerja tesis ini khas buat Mak tercinta Allahyarhamah Siti Mariam Kader Mydin, Ba yang dikasihi Mohd Samin Ramlee, Mak Mertua yang disayangi Puan Sri Suriati Md Sobri, Ayah Mertua yang dihormati Tan Sri Ismail Omar, Isteri yang pengasih Syazwani binti Tan Sri Ismail, Anak-anak Abi yang hebat yang soleh dan solehah Amir Irfan bin Ahmad Shalihin dan Nur Zulaikha binti Ahmad Shalihin, Kakak yang menjadi pengganti Siti Selina binti Mohd Samin, ipar duai yang sentiasa di hati dan Anak-anak saudara yang soleh dan solehah Muhammad Khairul Ikhwan, Aina Safura, Hana Humairah, Hana Maisarah, Awatif Syazana dan Hana Khadijah.

Terima kasih yang tidak terhingga untuk kasih sayang, kesabaran dan pengorbanan untuk selama ini.

جزاك الله خيراً

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Pengasihani, sujud syukur kepada Maha Pencipta yang telah mengilhamkan sepenuhnya kepada saya untuk menyelesaikan kajian dan penulisan tesis ini.

Jazakallah khair ditujukan kepada penasihat utama kajian saya, Profesor Rahmat Awang, di atas segala tunjuk ajar, sokongan dan dorongan di dalam menjalankan kajian dan penulisan tesis ini tanpa mengira waktu dan ketika. Kebijaksanaan dan kepakaran serta kepimpinan beliau adalah sumber ilham dan inspirasi buat saya untuk menjadi penyelidik yang terbaik.

Tiada ucapan yang lebih baik selain Jazakumullah khairan khathiran buat Profesor Madya Dr Maizurah Omar, penasihat bersama, yang sentiasa bersama-sama untuk menyumbang ilmu dan nasihat tanpa mengira waktu yang berlimpah-ruah terutamanya dalam konteks penulisan tesis ini, susunan tesis ini dan teknik terbaik menghasilkan tesis ini. Terlalu banyak yang saya pelajari daripada beliau sehingga tidak tercerita di bahagian penghargaan ini. Hanya Allah yang dapat membalas segala budi baik dan ilmu yang telah disampaikan di dunia hingga ke akhirat.

Sekalung penghargaan juga ditujukan kepada penasihat lapangan kajian ini Y.B.Dr. T. Jayabalan diatas ilmu berkaitan kualiti udara dalaman dan hubungan kerjasama yang diperolehi dengan pelbagai pihak seperti Malayan Trade Union Congress Pulau Pinang, MySihat dan orang perseorangan yang terlibat di dalam bidang kesihatan awam dan kesihatan berkaitan pekerjaan.

Sejuta penghargaan juga ditujukan kepada Prof Madya Razak Hj Lajis, Pengarah Pusat Racun Negara yang sentiasa menyokong dan memberi perhatian serta memberi ruang secukupnya kepada saya dalam menyiapkan tesis ini.

Terima kasih yang tidak terhingga buat Yang Dihormati Profesor Emeritus Mary Thompson, University of Waterloo, Canada, di atas tunjuk ajar terhadap analisa data kajian yang agak kompleks yang melibatkan data-data kualiti udara dalaman PM_{2.5}. Terima kasih sekalung budi buat Dr Anne Quah, Saintis Penyelidikan ITC, University of Waterloo, Canada, di atas bantuan kepakaran bahasa dan masa yang telah diberikan dalam menjadikan tesis ini terbaik dalam sudut bahasanya.

Sepanjang pengajian Sarjana Sains saya di USM, saya juga telah mendapat sokongan dan bantuan daripada pihak Bahagian Perkhidmatan Sumber Manusia, Jabatan Pendaftar, USM terutamanya dalam memberikan pengecualian yuran pada setiap semester. Setulus penghargaan buat semua kakitangan BPSM, Jabatan Pendaftar dan Seksyen Kewangan Pelajar, Jabatan Bendahari dalam menyediakan kemudahan kewangan kepada saya sepanjang pengajian.

Tidak dilupakan kepada Bonda Lucy Chuah di atas bantuan dan sokongan moral yang diberikan, akan dibukukan di dalam hati setiap masa akan segala jasmu dan semoga Allah membalas segala budi baik yang telah dicurahkan.

Sekalung budi segunung intan buat Nur Hanani Jasni, Juliani Hashim, Nazirah Nazari, Noor Adilah Johari, Halimatun Hanita Hamid, Rosman Ahmad, Kamarul Adzhar Abdul Malek, Noreha Md Salehin, Azwin Tumin, Noor Afiza Abd Rani, Noor Asyrul Fazli Ahmad, Muhammd Helmi Azizi, Muhamad Ibrahim Mat Isa, Nor Akmal Amin Noordin, Abdul Harris Abdul Wahab, Aliff Affendy Amiruddin, Mohd Afenddy Sani, Muhamad Hadi Ahmad Ghazali, Mohd Fahmi Sahini, Muhammad Aliff Bedeli, Aizat Khalik Rozain, Muhammad Zaakir Angsoommuddin di atas segala bantuan dan sokongan di dalam proses pengumpulan data kajian, pemprosesan data kajian, sokongan analisa data kajian ini dan sehingga segala

persiapan tesis ini. Terima kasih kerana sabar dengan kerenah dan kehendak saya dalam menyiapkan kerja-kerja penyelidikan ini.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberkati dan merahmati semua yang telah membantu, menyokong memberi sumbangan dalam kejayaan kajian dan tesis ini samada secara terus atau tidak terus, yang terdahulu dan terkemudian, yang saya ketahui dan tidak ketahui, sesungguhnya hanya Allah Maha Mengetahui dan Maha Membalas ke atas hamba-hambaNya.



SUSUNAN KANDUNGAN

	Muka surat
PENGHARGAAN.....	ii
SUSUNAN KANDUNGAN.....	v
SENARAI JADUAL.....	ix
SENARAI RAJAH.....	x
SENARAI SINGKATAN.....	xii
SENARAI PENERBITAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
 BAB 1 : PENDAHULUAN.....	 1 – 12
1.1 Latarbelakang.....	1
1.2 Rangka Kerja Teori & Konsep.....	6
1.2.1 Penilaian Pendedahan Asap Rokok Basi.....	6
1.2.1.1 Peristilahan.....	7
1.2.2 Indeks Asap Rokok Basi untuk Pelaksanaan Polisi Bebas Asap Rokok.....	9
1.3 Pernyataan Masalah.....	10
1.4 Persoalan Kajian.....	11
1.5 Objektif Kajian.....	12
 BAB 2 : ULASAN KEPUSTAKAAN.....	 13 - 60
2.1 Penggunaan & Kawalan Tembakau.....	13
2.1.1 Definisi Rokok Tembakau.....	13
2.1.2 Penggunaan Tembakau.....	14
2.1.3 Penggunaan Tembakau di Malaysia.....	15
2.1.4 Statistik Pendedahan Asap Rokok dalam kalangan Bukan Perokok Di Malaysia.....	16
2.2 Komposisi Asap Rokok.....	19
2.2.1 Asap Rokok Aliran Utama.....	19
2.2.2 Asap Rokok Aliran Sisi & Asap Rokok Basi.....	20
2.3 Zarahana Ternafaskan, RSPs (<i>Respirable Suspended Particles</i>).....	23
2.3.1 Jirim Partikel 2.5µm, PM _{2.5} sebagai Penanda Asap Rokok Basi....	25

2.3.2	Kaedah Pemonitoran PM _{2.5}	28
2.4	Bahan Karsinogen Di Dalam Asap Rokok Aliran Sisi & Asap Rokok Basi.....	31
2.5	Kesan Pendedahan Asap Rokok Basi Terhadap Kesihatan.....	32
2.5.1	Kesan Terhadap Orang Dewasa.....	32
2.5.1.1	Penyakit Kardiovaskular.....	32
2.5.1.2	Penyakit Sistem Pernafasan.....	34
2.5.1.3	Kanser Paru-paru.....	34
2.5.2	Kesan Terhadap Kanak-kanak.....	37
2.6	Kesan Larangan Merokok.....	39
2.7	Polisi Kawalan Tembakau.....	47
2.7.1	Inisiatif dan usaha kawalan tembakau di Malaysia.....	49
2.7.2	Kawalan Tembakau Menurut Pandangan Islam.....	55
2.7.3	Inisiatif Bebas Asap Rokok Di Malaysia.....	56
2.8	Sokongan & Pematuhan Terhadap Polisi Bebas Asap Rokok.....	58
BAB 3 :	METODOLOGI KAJIAN.....	61 – 80
3.1	Keperluan Etika Kajian.....	61
3.2	Latar Belakang Tempat Kajian.....	61
3.3	Rekabentuk Kajian.....	64
3.3.1	Kriteria Pemilihan Premis.....	65
3.3.2	Pengiraan Saiz Sampel.....	67
3.4	Peralatan Kajian.....	68
3.4.1	Persediaan & Pengkalibrasian Alat.....	69
3.5	Prosedur Persampelan.....	70
3.5.1	Protokol Pengukuran Premis.....	71
3.5.2	Data Pemerhatian di Premis.....	72
3.6	Analisis Data.....	73
3.6.1	Kepekatan PM _{2.5}	73
3.6.2	Ketumpatan Perokok Aktif.....	74
3.6.3	Analisis Statistik.....	75
3.6.4	Rujukan Piawai Hasil Analisis.....	76
3.7	Larangan Merokok Di tempat Kerja & Sokongan Terhadap Kawasan Bebas Asap Rokok.....	77

3.7.1	Latarbelakang Projek Tinjauan Penilaian Polisi Pengawasan Tembakau Antarabangsa (ITC).....	77
3.7.2	Metodologi.....	78
3.7.3	Saiz Sampel Sasaran & Rekrut.....	78
3.7.4	Soal Selidik.....	79
3.7.5	Pembolehubah yang Dikaji.....	80
3.7.6	Analisis Data.....	80
BAB 4 : KEPUTUSAN KAJIAN.....		81 – 104
BAHAGIAN 1 : DAPATAN KAJIAN KUALITI UDARA DALAMAN PM _{2.5}		81
4.1	Pengenalan.....	81
4.2	Dapatan Kajian Dasar.....	82
4.2.1	Dapatan kajian dasar : Taburan PM _{2.5} Terperinci Untuk Tiga Premis Utama.....	84
4.3	Dapatan Kajian Longitudinal Tahun Kedua (2010) & Ketiga (2011).....	88
4.3.1	Trend Bacaan PM _{2.5} Berpandukan Carta EPA.....	95
4.4	Hasil Analisis Korelasi PM _{2.5} & Ketumpatan Perokok Aktif (ASD).....	97
4.5	Perkaitan Di Antara PM _{2.5} Dengan Pembolehubah.....	99
BAHAGIAN 2 : DAPATAN TINJAUAN ITC MALAYSIA.....		100
4.6	Larangan Merokok & Sokongan Perokok Terhadap Kawasan Bebas Asap Rokok Di Pulau Pinang.....	100
4.6.1	Amalan tentang merokok di restoran dan kedai kopi berhawa dingin.....	100
4.6.2	Polisi Merokok Ditempat-tempat Kerja.....	101
4.6.3	Pendapat Perokok Tentang Kawasan Larangan Merokok.....	103
BAB 5 : PERBINCANGAN KAJIAN.....		105 – 120
5.1	Tahap Indeks Kualiti Udara Dalaman PM _{2.5} di dalam Restoran, Terminal Pengangkutan Awam dan Pusat Hiburan...	105
5.2	Tahap Indeks Kualiti Udara Dalaman PM _{2.5} di Lain-lain Premis.....	113
5.3	Korelasi PM _{2.5} dan Ketumpatan Perokok Aktif (ASD).....	117
5.4	Larangan Merokok dan Sokongan perokok terhadap Kawasan Bebas Asap Rokok di Pulau Pinang.....	119

BAB 6 : RUMUSAN KAJIAN & SARANAN.....	121 – 124
6.1 Kesimpulan.....	121
6.2 Saranan.....	123
6.3 Batasan Kajian.....	124
 BIBLIOGRAFI.....	 125 – 141
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	142

SENARAI JADUAL

		Muka Surat
Jadual 2.1	Bahan-bahan Karsinogen di dalam Asap Rokok	31
Jadual 2.2	Kajian Pendedahan Asap Rokok Basi dan Kanser Paru-paru	35
Jadual 3.1	Indeks Kualiti Udara (USEPA)	76
Jadual 4.1	Hubungan korelasi di antara Indeks Kualiti Udara Dalam PM _{2.5} dan ASD untuk Tiga Tahun Kajian	97
Jadual 4.2	Perkaitan di antara PM _{2.5} dengan Klasifikasi Amalan Merokok dan ASD	99

SENARAI RAJAH

	Muka Surat
Rajah 1.1	5 komponen rantai laluan sebab-akibat asap rokok basi – Model Risiko 7
Rajah 1.2	Rangkaian model logik sebab-akibat antara polisi dan perubahan hasil kesan kepada kesihatan 9
Rajah 2.1	Ilustrasi Jenis Asap Rokok 23
Rajah 2.2	Ilustrasi Jirim Partikel 26
Rajah 2.3	Setem Cukai & Ink Sekuriti Berlian 53
Rajah 3.1	Peta Daerah Pentadbiran Timur Laut Dan Barat Daya negeri Pulau Pinang 63
Rajah 3.2	Carta Aliran Metodologi Kajian 66
Rajah 3.3	TSI SidePak AM510 68
Rajah 3.4	Impaktor 2.5 μ m 68
Rajah 3.5	Kalibrasi kadar pengepaman udara pada kadar 1.7 liter per minit 70
Rajah 3.5	Alat pengukuran Sonik Zircon DM S40 72
Rajah 4.1	Klasifikasi Amalan Merokok Di Dalam Premis Berdasarkan PPKHT 2004 82
Rajah 4.2	Kajian dasar (<i>baseline</i>): Nilai Purata Geomatik PM _{2.5} di premis-premis yang diukur menggunakan SidePak 83
Rajah 4.3	Graf Taburan Bacaan (Purata, Minimum & Maksimum) PM _{2.5} di dalam Restoran 85
Rajah 4.4	Graf Taburan Bacaan (Purata, Minimum & Maksimum) PM _{2.5} di dalam Terminal Pengangkutan Awam 86
Rajah 4.5	Graf Taburan Bacaan (Purata, Minimum & Maksimum) PM _{2.5} di dalam Pusat Hiburan (pub/bar/disko) 87
Rajah 4.6	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Restoran 89
Rajah 4.7	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Pusat Hiburan 89

Rajah 4.8	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Terminal Pengangkutan Awam	90
Rajah 4.9	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Pusat Permainan Video	90
Rajah 4.10	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Pawagam	91
Rajah 4.11	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Tandas Awam	91
Rajah 4.12	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Pusat Sukan/Rekreasi (Tertutup)	92
Rajah 4.13	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Pejabat	92
Rajah 4.14	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Hotel Lobi	93
Rajah 4.15	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Kafe Internet	93
Rajah 4.16	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Pusat Membeli-belah	94
Rajah 4.17	Perbandingan Longitudinal Nilai PM _{2.5} Untuk Premis Jenis Pusat Perubatan	94
Rajah 4.18	Graf Perbandingan Bacaan PM _{2.5} Untuk 3 Tahun di 6 Jenis Premis	96
Rajah 4.19	Peraturan Amalan Merokok di Restoran dan Kedai Kopi Berhawa Dingin	101
Rajah 4.20	Peraturan Polisi Merokok Sedia Ada di Tempat-tempat Kerja	102
Rajah 4.21a	Peraturan Sokongan Perokok Terhadap Kawasan Larangan Merokok	103
Rajah 4.21b	Peraturan Sokongan Perokok Terhadap Kawasan Larangan Merokok	104

SENARAI SINGKATAN

ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
ASD	<i>Active Smoker Density</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating, & Air-Conditioning Engineers</i>
B[a]P	<i>Benzo[a]pyrene</i>
COPD	<i>Chronic Obstructive Pulmonary Disease</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EPIC	<i>European Prospective Investigation into Cancer</i>
ETS	<i>Environmental Tobacco Smoke</i>
FCTC	<i>Framework Convention on Tobacco Control</i>
GATS	<i>Global Adult Tobacco Survey</i>
GM	<i>Geometric Mean</i>
HEPA	<i>High Efficiency Particulate Air</i>
HR	<i>Hazard Risk</i>
IARC	<i>International Agency for Research on Cancer</i>
IMT	<i>Intima-Media Thickness</i>
IPH	<i>Institute for Public Health</i>
ITC	<i>International Tobacco Control</i>
JAKIM	Jabatan Kemajuan Islam Malaysia
JKKP	Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan
KKM	Kementerian Kesihatan Malaysia
MPOWER	<i>Monitor, Protect, Offer, Warn, Enforce & Raise</i>
MPPP	Majlis Perbandaran Pulau Pinang
NAAQS	<i>National Ambient Air Quality Standards</i>
NNAL	<i>4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol</i>

NNK	<i>4-(methylnitro-samino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone</i>
NNN	<i>N'-nitrosonornicotine</i>
NRC	<i>National Research Council</i>
NRT	<i>Nicotine Replacement Treatment</i>
PAHs	<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons</i>
PM	<i>Particulate Matter</i>
PPKHT	Peraturan-Peraturan Kawalan Hasil Tembakau
RR	<i>Relative Risk</i>
RSPs	<i>Respirable Suspended Particles</i>
SHS	<i>Secondhand Smoke</i>
SIDS	<i>Sudden Infant Death Syndrome</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SRNT	<i>Society for Research on Nicotine and Tobacco</i>
TWA	<i>Time-Weighted Average</i>
USEPA	<i>United State Environmental Protection Agency</i>
USM	Universiti Sains Malaysia
WCTOH	<i>World Conference on Tobacco Or Health</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
WPR	<i>WHO Western Pacific Region</i>

SENARAI PENERBITAN

AHMAD SHALIHIN, M. S., RAHMAT, A., MAIZURAH, O. & JAYABALAN, T. 2011. Secondhand Smoke Exposure At Different Types Of Indoor Workplaces In Penang, Malaysia. *Society for Research on Nicotine and Tobacco*. Toronto, Canada.

AHMAD SHALIHIN, M. S., ROSLEND, H., RAHMAT, A., RAZAK, L. & MAIZURAH, O. 2012. Correlation Between Secondhand Smoke Exposure (PM_{2.5}) and Carbon Monoxide (CO) Environment At Different Types Of Workplaces In Penang, Malaysia. *15th World Conference On Tobacco or Health*. Singapore.

AHMAD SHALIHIN, M. S., RAHMAT, A., MAIZURAH, O., JAYABALAN, T., ANNE QUAH, C. K., FONG, G. T., BORLAND, R. & YONG, H.-H. 2015. Improved Indoor Air Quality at Workplaces with Smokers Support: Outcome of the Penang Survey. *16th World Conference on Tobacco or Health*. Abu Dhabi, United Arab Emirates.

**PENILAIAN KUALITI UDARA DALAMAN YANG BERKAITAN DENGAN
PENDEDAHAN ASAP ROKOK BASI DI PREMIS-PREMIS AWAM
DI PULAU PINANG**

ABSTRAK

Pencemaran yang disebabkan oleh asap rokok boleh menyebabkan kemerosotan kualiti udara dalaman. Ia juga turut menyebabkan kualiti kesihatan yang sangat tidak baik sekiranya terdedah untuk jangka masa yang panjang. Pekerja yang bekerja di tempat kerja yang tidak mengamalkan polisi bebas asap rokok berisiko tinggi mengidap penyakit-penyakit berkaitan pendedahan asap rokok basi. Pengukuran indeks kualiti udara dalaman zarah-zarah ternafaskan berdiameter 2.5 mikrometer ($PM_{2.5}$) dijalankan di sekitar Pulau Pinang. Pengukuran ini melibatkan 74 buah premis pelbagai jenis yang telah diwartakan di dalam Peraturan-peraturan Kawalan Hasil Tembakau 2004. Pengukuran dijalankan secara longitudinal bermula daripada Jun 2009 sehingga Jun 2011. Kaedah pengukuran indeks kualiti udara berdasarkan kepada Protokol Pengukuran Udara Dalaman Global melalui penggunaan alat *TSI SidePak AM510 Personal Aerosol Monitor*. Selain daripada pengukuran kualiti udara dalaman, kajian ini juga menilai polisi larangan merokok di tempat kerja dan sokongan perokok terhadap kawasan bebas asap rokok dengan menggunakan data kajian Tinjauan Polisi Pengawalan Tembakau Antarabangsa (ITC) Malaysia khususnya di Pulau Pinang untuk tahun 2008 sehingga 2011. Daripada 74 buah premis yang diukur, 74% ($n=55$) dikategorikan sebagai premis larangan merokok dan 26% ($n=19$) pula dikecualikan daripada larangan merokok. Nilai piawai yang ditetapkan oleh Agensi Pengawalan Persekitaran Amerika

Syarikat adalah kurang daripada $15\mu\text{gm}^{-3}$. Hasil kajian dasar (2009) menunjukkan hanya pusat perubatan yang mempunyai indeks $\text{PM}_{2.5}$ di bawah $15\mu\text{gm}^{-3}$ manakala premis-premis lain didapati lebih tinggi sehingga melebihi $200\mu\text{gm}^{-3}$. Walau bagaimanapun, pada tahun kedua (2010) dan tahun ketiga (2011) kajian, nilai indeks $\text{PM}_{2.5}$ bagi kebanyakan premis didapati mencapai nilai piawai yang telah ditetapkan kecuali di pusat hiburan dan di dalam tandas awam. Indeks $\text{PM}_{2.5}$ yang diukur berpunca daripada asap yang dihasilkan oleh pembakaran rokok, ini berikutan terdapatnya korelasi yang positif dan signifikan antara nilai $\text{PM}_{2.5}$ dan ketumpatan perokok aktif. Tinjauan sokongan untuk mengadakan tempat-tempat larangan merokok dalam kalangan perokok di Pulau Pinang semakin meningkat dan ini menunjukkan trend yang selari dengan dapatan indeks $\text{PM}_{2.5}$ pada tahun kedua dan ketiga. Perokok juga menyokong tempat kerja yang mengamalkan polisi bebas asap rokok. Kesimpulannya, indeks $\text{PM}_{2.5}$ di kebanyakan jenis premis yang diukur adalah semakin baik dari tahun pertama ke tahun ketiga kajian dan memenuhi tahap yang telah ditentukan oleh Agensi Pengawalan Persekitaran Amerika Syarikat iaitu 15 mikrogram per meterpadu. Namun masih terdapat premis-premis yang merekodkan nilai indeks $\text{PM}_{2.5}$ yang masih tinggi kerana tidak mengamalkan premis bebas asap rokok. Amalan premis bebas asap rokok ini akan dapat mengurangkan pendedahan jangka panjang terhadap pencemaran asap rokok basi dan akan dapat menggalakkan perokok untuk berhenti merokok di samping menurunkan kadar penyakit kronik akibat penghiduan asap rokok.

EVALUATION OF INDOOR AIR QUALITY RELATED TO SECONDHAND SMOKE EXPOSURE AT PUBLIC PLACES IN PENANG

ABSTRACT

Pollution caused by cigarette smoke can result in the deterioration of indoor air quality. Cigarette smoke is also harmful to the health through chronic exposure. Employees in workplaces that have no smoke-free policy are at risk of contracting second-hand smoke related diseases. This study measured indoor air quality index of particulate matter with size of 2.5 micrometre (PM_{2.5}) in Penang involving 74 multi-type premises listed in the Control of Tobacco Product Regulations 2004. The measuring covered a three-year period from June 2009 to June 2011. The air quality index measuring method was in accordance with the Global Indoor Air Monitoring Protocol using the TSI SidePak AM510 Personal Aerosol Monitor devices. Other than indoor air quality measurement, this study also evaluated smoke-free policy in workplaces and smokers' support towards smoke-free area using data from the International Tobacco Control Policy Evaluation (ITC) Malaysia, explicitly for Penang for the period of 2008 to 2011. From the 74 premises measured, 74% (n=55) of these were smoke-free premises and 26% (n=19) had no smoking restriction. The allowable value of exposure of PM_{2.5} in 24 hours by the United States Environmental Protection Agency is below 15µgm⁻³. The findings of the baseline study (2009) showed that only medical centres attained air quality index lower than 15µgm⁻³, while all other premises exceeded the allowable level. However, in the second year (2010) and third (2011) of the study, the PM_{2.5} index value for most premises was found to have achieved the established standard with the

exception of entertainment centres and public toilets. The $PM_{2.5}$ measured index was positively produced by lighted cigarettes, supported by the significant correlation between $PM_{2.5}$ and active smoker density. Survey of support to establish smoke-free areas among smokers in Penang indicated an upward trend and this is proven in the results of the $PM_{2.5}$ in the second and third year. The findings also indicate that smokers themselves support workplaces with smoke-free policy. The study concludes with the observation that the level of indoor fine particles air pollution in most of the measured premises improved from the first year to the third year, satisfying the good level of the US Environmental Protection Agency, i.e. 15 micrograms per cubic meter. However, there were premises where smoking was noted to be typically greater than the recommended level due to the absence of smoke-free policy. The implementation of smoke-free policy could reduce long-term exposure to second-hand smoke pollution. Smoke-free policy will also serve to encourage smokers to quit smoking thus reducing the number of chronic diseases caused by cigarette smoke.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATARBELAKANG

Tembakau merupakan satu-satunya produk komersial yang boleh menyebabkan kematian kepada sesiapa yang menggunakannya atau terdedah kepadanya. Tembakau merupakan salah satu daripada pembunuh terbesar dan meningkat dengan ketara di dunia, melebihi kematian yang disebabkan oleh jangkitan virus HIV/AIDS, tuberkulosis dan malaria (WHO, 2008). Tembakau membunuh sekurang-kurangnya separuh daripada pengguna tegarnya dan setiap tahun dianggarkan 5.4 juta kematian disebabkan oleh tembakau. Dianggarkan juga menjelang tahun 2030, kematian yang disebabkan oleh penggunaan tembakau akan mencapai 8 juta setahun dengan 80% kematian berlaku di negara-negara sedang membangun (WHO, 2008).

“Tembakau merupakan pembunuh utama di dunia. Kita mempunyai cara-cara yang jelas terbukti untuk mengurangkan penggunaan tembakau, tetapi penggubal polisi belum lagi menggunakan intervensi ini.” – Michael R. Bloomberg, Datuk Bandar New York (2012).

Di samping kematian dalam kalangan pengguna tegar, asap yang dikeluarkan oleh tembakau turut menyebabkan kecacatan dan kematian dalam kalangan mereka yang terdedah kepada asap tembakau tersebut, ini termasuk wanita dan kanak-kanak serta mereka yang bukan perokok. Daripada perspektif global, dianggarkan 75% kematian akibat asap rokok basi dalam kalangan wanita dan kanak-kanak dan dianggarkan hampir 600,000 kematian akibat pendedahan kepada asap rokok basi pada tahun 2011 (Eriksen et al., 2012).

Oleh kerana kesan pendedahan asap rokok basi kepada kesihatan telah menjadi satu senario yang meruncing, kebanyakan negara di dunia telah mengambil pendekatan holistik dalam memperkenalkan peraturan bebas asap rokok. Ianya sejajar dengan Artikel 8 Pertubuhan Kesihatan Sedunia WHO, Konvensyen Rangka Kerja untuk Kawalan Tembakau (FCTC), yang memperuntukan perlindungan asap rokok basi kepada orang ramai di tempat-tempat awam (WHO, 2003). Pelaksanaan polisi bebas asap rokok dapat melindungi bukan perokok dan pekerja daripada kesan buruk akibat pendedahan kepada asap rokok basi, menyumbang kepada penyahnormalan kegiatan merokok dan mengurangkan kadar penggunaan oleh perokok tegar.

Langkah yang serupa telah diambil oleh kerajaan Malaysia sebagai salah sebuah negara yang telah meratifikasikan FCTC dengan menggubal Peraturan-peraturan Kawalan Hasil Tembakau 2004 (PPKHT) yang mempunyai peraturan kawasan larangan merokok di tempat-tempat awam. Walau bagaimanapun, sehingga kini, pelaksanaan polisi bebas asap rokok di Malaysia tidak menyeluruh. Ini disebabkan pengecualian yang diberi kepada beberapa jenis premis serta kawasan-kawasan tertentu seperti di restoran dan di lapangan terbang selain daripada di pub, bar, disko dan kelab malam.

Pengecualian yang diberikan sama ada dalam bentuk mengadakan ruang bilik merokok seperti di dalam lapangan terbang atau mengadakan kawasan separa bebas asap rokok seperti di dalam restoran yang menggunakan sistem pengalihudaraan mekanikal dan berhawa dingin.

“Tidak ada aras yang selamat untuk pendedahan kepada asap rokok basi dengan hanya penghapusan sepenuhnya punca asap rokok sahaja terbukti dapat melindungi kesihatan orang awam...” – Persatuan Jurutera Pemanasan, Penyejukan dan Pengalihudaraan Amerika (ASHRAE, 2005).

Oleh yang demikian, hanya dengan melaksanakan polisi bebas asap rokok secara holistik dan komprehensif dengan tanpa sebarang pengecualian kepada mana-mana kawasan atau premis akan dapat menyelamatkan orang awam daripada kesan buruk asap rokok dan lebih banyak kempen kesedaran dan penguatkuasaan perlu dilaksanakan.

Terdapat pelbagai bukti anekdot (WHO, 2009) dan pemantauan persekitaran telah dijalankan untuk menunjukkan kesan pendedahan asap rokok basi pada persekitaran dan kesan ke atas kesihatan orang awam yang menyebabkan negara-negara seperti Ireland, Italy, Norway, Scotland, Australia, New Zealand dan Amerika Syarikat melaksanakan polisi bebas asap rokok di dalam bangunan sama ada peringkat tempatan mahupun kebangsaan (Eisner, 2006).

Pelbagai kajian dijalankan di negara-negara tersebut untuk memantau kesan daripada larangan merokok yang telah dijalankan dengan memantau bahan cemar udara dalaman yang berkaitan dengan asap rokok basi seperti zarah ternaftaskan berdiameter 2.5 mikrometer, $PM_{2.5}$ dengan menunjukkan keputusan pengurangan bahan cemar udara dalaman yang signifikan (Mulcahy et al., 2005).

Hyland dan rakan-rakan(2008) telah menjalankan satu kajian rawak pemantauan kualiti udara dalaman di 32 buah negara dengan menggunakan protokol pengukuran piawai termasuk Pulau Pinang sebagai wakil Malaysia. Pemantauan yang dijalankan pada tahun 2006 pula melibatkan 50 buah premis yang dipilih secara rawak (Hayland et al., 2006). Keputusan pemantauan menunjukkan purata geometrik tahap $PM_{2.5}$ di dalam premis yang dibenarkan merokok ($102\mu g/m^3$) dan tidak dibenarkan merokok ($33\mu g/m^3$) di Pulau Pinang, Malaysia adalah 7.5 kali lebih tinggi berbanding negara-negara yang melaksanakan polisi bebas asap rokok yang komprehensif seperti Ireland, New Zealand dan Uruguay.

Lanjutan daripada kajian tersebut, saya berpendapat adanya keperluan untuk memantau perubahan tahap bahan cemar yang berkaitan dengan asap rokok basi di tempat-tempat kerja di Pulau Pinang selepas dua tahun kajian oleh Hyland dan rakan-rakan dijalankan. Pemantauan ini dijalankan sejajar dengan pelbagai perubahan polisi dan peraturan bebas asap rokok serta intervensi yang dijalankan di Malaysia. Antara penambahbaikan peraturan larangan merokok dalam PPKHT ialah penambahan kawasan larangan merokok di dalam bangunan termasuk bangunan tempat kerja swasta.

Larangan ini juga telah termaktub di dalam Tataamalan Industri Kualiti Udara Dalam 2010 (JKKP, 2010) yang digubal untuk memastikan pekerja dan orang awam dilidungi daripada kualiti udara yang kurang baik yang boleh menjejaskan kesihatan dan kesejahteraan pekerja dan secara tidak langsung mengakibatkan produktiviti pekerja yang rendah.

Selain daripada penambahbaikan peraturan, pelbagai bentuk kempen bebas asap rokok turut dilaksanakan oleh pelbagai pihak seperti pewartaan tapak warisan dunia di Melaka pada 11 April 2011 manakala di Pulau Pinang pada 2 Oktober 2012 sebagai kawasan bebas asap rokok dan pelancaran kempen *Blue Ribbon* pada 23 Februari 2013.

1.2 RANGKA KERJA TEORI & KONSEP

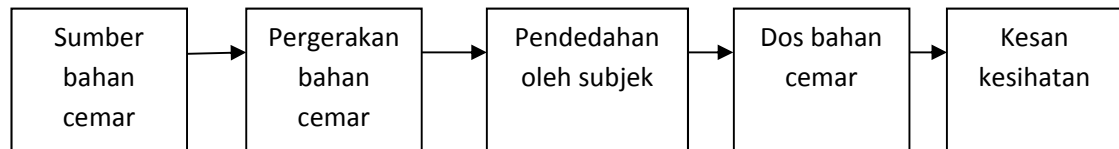
1.2.1 Penilaian Pendedahan Asap Rokok Basi

Dalam menjalankan penilaian pendedahan terhadap asap rokok basi yang memberi kesan buruk kepada kesihatan umum, adalah sangat penting ianya dilakukan dengan kaedah yang tepat dan jitu. Penilaian yang bersesuaian tentang pendedahan juga diperlukan untuk membuat pernyataan hubungan dan untuk penilaian risiko. Tambahan pula, penilaian tahap pendedahan amat diperlukan untuk menghasilkan dan membangunkan strategi pencegahan.

Kaedah untuk menilai kepekatan sesuatu bahan cemar seperti asap rokok basi adalah berdasarkan had fizikal manusia, tanpa mengira sumbernya. Tujuannya ialah untuk mengkategorikan secara kuantitatif kesan kepada manusia sama ada terhadap kulit, paru-paru dan organ-organ lain.

Untuk membuat penilaian risiko yang disebabkan oleh pencemaran asap rokok basi kepada kesihatan umum, ianya melibatkan lima komponen asas iaitu (Ott, 1985) seperti yang ditunjukkan di rajah 1.1 :

- 1) sumber bahan cemar asap rokok basi;
- 2) kepekatan bahan cemar asap rokok basi yang bergerak;
- 3) pendedahan subjek kepada bahan cemar asap rokok basi;
- 4) dos atau tahap bahan cemar yang diterima oleh subjek yang terdedah; dan
- 5) kesan buruk terhadap kesihatan hasil daripada dos bahan cemar.



Rajah 1.1 : Model Risiko

Komponen-komponen tersebut menunjukkan satu rantai laluan sebab-akibat asap rokok basi bermula daripada sumber sehingga ke kesan ke atas kesihatan manusia. Ini dikenali sebagai Model Risiko (Ott, 1985).

1.2.1.1 Peristilahan

Kepekatan

Kepekatan bahan cemar bermaksud jumlah bahan cemar di sesuatu lokasi dalam medium tertentu (Spengler and Sexton, 1983). Contohnya, kepekatan untuk sesuatu bahan cemar udara seperti asap rokok ialah jumlah bahan yang terkandung di dalam isipadu udara yang telah dikenalpasti. Kepekatan bahan cemar udara biasanya ditunjukkan dalam jisim per unit isipadu, contohnya $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Manakala bahan cemar gas ditunjukkan sebagai nisbah campuran dengan udara, contohnya bahagian per juta (ppm) setiap isipadu. Kepekatan bahan cemar udara pelbagai mengikut masa dan ruang (Jaakkola and Jaakkola, 1997).

Pendedahan

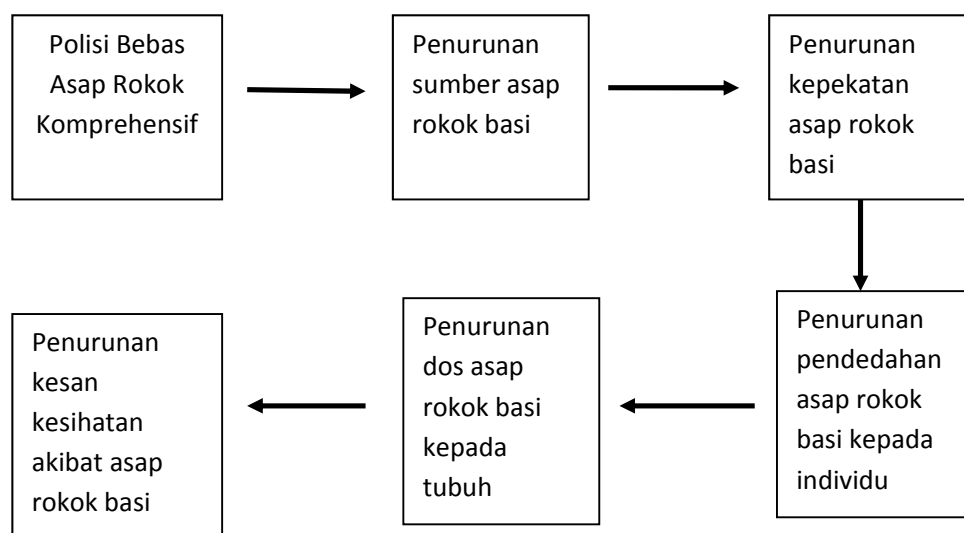
Pendedahan didefinisikan sebagai sentuhan bahan cemar dengan permukaan tubuh badan manusia yang boleh diterima (Ott, 1985, Ott, 1995, Spengler and Sexton, 1983). Untuk asap rokok basi, ia merujuk kepada sentuhan pada mata, epitelium hidung, mulut dan tekak termasuk alveolus. Berhubung dengan masa, menurut Ott (1995), terdapat beberapa jenis pendedahan seperti pendedahan serta-merta, pendedahan puncak, pendedahan purata dalam satu tempoh tertentu dan pendedahan kumulatif.

Dos

Dos didefinisikan sebagai jumlah atau tahap bahan cemar yang melalui atau bersentuh dengan tubuh badan manusia (Ott, 1985). Dos menjadi berbeza-beza dengan kepekatan pendedahan, tempoh pendedahan dan keadaan fisiologi individu termasuk cara pernafasan. Jika bahan cemar meresapi epitelium paru-paru seterusnya meresap ke dalam darah, jumlah bahan yang meresap adalah dos kepada badan. Bahan cemar yang menyebabkan organ sasaran menjadi ketoksikan adalah dos efektif biologi (Jaakkola and Jaakkola, 1997).

1.2.2 Indeks Asap Rokok Basi untuk Pelaksanaan Polisi Bebas Asap Rokok

Polisi bebas asap rokok yang komprehensif dan holistik boleh dikatakan sebagai kaedah yang digunakan untuk membendung kejadian penyakit akibat asap rokok. Hasil utama yang dijangkakan daripada pelaksanaan polisi bebas asap rokok ialah peningkatan tahap kesihatan dalam kalangan bukan perokok. Pelaksanaan 100% larangan merokok di semua tempat awam, termasuklah kawasan terbuka dan tertutup akan menjurus kepada penurunan kepekatan asap rokok basi di udara persekitaran. Ia akan sekali gus mengurangkan kepekatan pendedahan asap rokok basi kepada individu bukan perokok dan pekerja. Dos atau tahap bahan cemar yang rendah akan mengurangkan kesan kepada kesihatan akibat asap rokok basi. Data dan maklumat indeks $PM_{2.5}$ yang diperolehi daripada penilaian secara terus akan menyediakan maklumat yang berguna kepada rantaian sebab-akibat antara polisi dan perubahan hasil kesan kepada kesihatan. Model konsep tersebut ditunjukkan secara ringkas di dalam rajah 1.2.



Rajah 1.2 : Rantaian Model Logik Sebab-Akibat Anatara Polisi dan Perubahan Hasil Kesan Kepada Kesihatan

1.3 PERNYATAAN MASALAH

1. Peningkatan bilangan perokok menyebabkan pelepasan asap rokok basi ke persekitaran juga turut meningkat. Ini sekali gus akan meningkatkan bilangan mereka yang terdedah kepada bahaya asap rokok basi.
2. Lebih ramai perokok dalam kalangan orang-orang muda dan remaja di Malaysia menyumbang kepada prevalens perokok di Malaysia.
3. Fatwa pengharaman merokok yang telah diwartakan tetapi tidak dilaksanakan penguatkuasaannya secara menyeluruh. Ini menjadi tidak berkesan kepada perokok-perokok yang majoritinya beragama Islam.
4. Prevalens pendedahan asap rokok basi di premis-premis tertutup, di rumah dan ditempat kerja dalam kalangan wanita, kanak-kanak dan bukan perokok masih tinggi. Ini berikutan kelemahan yang terdapat di dalam peraturan yang sedia ada yang diguna pakai di Malaysia menyebabkan masih terdapat premis-premis yang tertutup membenarkan aktiviti merokok berlaku.
5. Masalah pencemaran asap rokok basi hanya akan dapat dikenalpasti sama ada terdapat sebarang penambahbaikan atau tidak dengan bukti pengukuran tahap pencemaran asap rokok basi terutamanya $PM_{2.5}$ di tempat-tempat yang tertutup yang menggunakan sistem pengalihudaraan mekanikal dan berhawa dingin.
6. Kajian ini akan dapat menunjukkan tahap pencemaran asap rokok basi di premis-premis yang tertutup sama ada menepati tahap yang dibenarkan atau tidak.

1.4 PERSOALAN KAJIAN

Kajian ini dijalankan adalah untuk menjawab soalan-soalan berikut :

1. Adakah polisi kawalan tembakau yang sedia ada di Malaysia telah dapat melindungi orang ramai dan pekerja daripada terdedah kepada bahaya pencemaran asap rokok basi di tempat kerja?
2. Adakah tahap pencemaran udara dalaman di premis yang telah diwartakan yang disebabkan oleh asap rokok basi di premis-premis yang dipantau menepati tahap yang ditetapkan oleh Agensi Perlindungan Persekitaran?
3. Adakah perokok-perokok di Pulau Pinang menyokong akan amalan bebas asap rokok dilaksanakan ditempat-tempat kerja dan ditempat awam yang tertutup?

1.5 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif umum untuk kajian ini adalah untuk menilai keberkesanan peraturan-peraturan bebas asap rokok yang telah sedia ada dan diguna pakai di Malaysia dapat melindungi orang ramai dan pekerja yang bekerja di premis yang tertutup.

Manakala tujuan khusus kajian ini pula adalah

- a) untuk mengenalpasti tahap indeks kualiti udara dalaman (zarah-haba ternafaskan berdiameter 2.5 mikron, $PM_{2.5}$) di pelbagai jenis premis-premis yang tertutup yang menggunakan sistem pengalihan udara mekanikal dan berhawa dingin,
- b) untuk mengenalpasti jenis-jenis premis pekerjaan yang mempunyai indeks kualiti udara dalaman, $PM_{2.5}$ yang tidak dapat melindungi bukan perokok terutamanya pekerja daripada asap rokok berdasarkan tahap pencemaran piawai,
- c) untuk menilai tahap perbezaan kualiti udara dalaman $PM_{2.5}$ untuk premis pekerjaan yang sepenuhnya bebas asap rokok dan tidak bebas asap rokok,
- d) untuk membandingkan perubahan indeks kualiti udara dalaman $PM_{2.5}$ di premis-premis yang sama untuk tempoh 3 tahun,
- e) untuk menilai ketumpatan aktiviti merokok di dalam premis-premis yang dipantau, dan
- f) untuk menilai larangan merokok dan sokongan perokok terhadap kawasan bebas asap rokok.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 PENGGUNAAN & KAWALAN TEMBAKAU

2.1.1 Definisi Rokok Tembakau

Definisi sebatang rokok ialah sebarang tembakau yang digulung dan dibalut di dalam kertas atau bahan bukan tembakau yang lain seperti daun nipah. Rokok boleh dihasilkan secara komersial atau dibuat oleh individu (rokok gulung sendiri). Rokok akan dinyalakan menyebabkan pembakaran yang mengeluarkan asap yang disedut melalui hujung yang tidak dinyalakan (Borgerding et al., 2000, Stratton et al., 2001).

Perkataan ‘tembakau’ pula dikatakan mungkin berasal dari perkataan ‘tumbaco’ yang diperolehi dari masyarakat Portugis, manakala masyarakat Jawa menggunakan perkataan ‘tembako’ dan orang Belanda menamakan tembakau sebagai ‘tabak’ (Ernst, 1889). Definisi tembakau yang diberikan oleh Kamus Dewan edisi keempat (2005) adalah sejenis tumbuhan herba, *Nicotiana tabacum*, yang daunnya dikeringkan dan diracik tipis-tipis untuk dibuat rokok, cerut dan lain-lain .

2.1.2 Penggunaan Tembakau

Penggunaan tembakau adalah salah satu penyebab kesengsaraan dan kematian. Dianggarkan kematian di dunia akibat penggunaan tembakau pada tahun 2011 adalah sebanyak enam juta orang dan diunjurkan pada tahun 2030 kematian disebabkan penggunaan produk ini akan meningkat sehingga 8 juta setahun (WHO, 2008, Eriksen et al., 2012) Produk tembakau juga penyebab pelbagai jenis kanser yang kini menjadi topik utama di dalam perbincangan mengenai kesihatan umum. Produk tembakau adalah satu-satunya produk yang boleh memberi kesan buruk kepada setiap organ dan sistem badan penggunanya (Haustein, 2003). Berdasarkan Atlas Tembakau (2012) , sebanyak 5.9 trilion batang rokok telah dihisap dan ini menunjukkan peningkatan sebanyak 13% dari dekad yang lalu. Pada masa kini, penggunaan tembakau, sama ada tembakau berasap atau tidak berasap, semakin meningkat terutamanya di negara-negara berpendapatan rendah dan sederhana (WHO, 2008).

Dianggarkan kira-kira 800 juta lelaki dewasa di dunia merokok dan 80% daripada perokok tersebut adalah dari negara-negara berpendapatan rendah dan sederhana (WHO, 2008). Manakala dianggarkan kira-kira 200 juta perokok wanita di seluruh dunia dan kebanyakannya dari negara-negara berpendapatan rendah dan sederhana (WHO, 2008). Pada tahun 2010, separuh daripada perokok wanita bermastautin di negara-negara berpendapatan tinggi dan bakinya di negara-negara berpendapatan rendah dan sederhana (Eriksen et al., 2012).

2.1.3 Penggunaan tembakau di Malaysia

Kurang daripada sesuku (23.1%) orang dewasa di Malaysia menghisap rokok buatan kilang (tidak termasuk rokok kretek), selain daripada rokok gulung sendiri, paip, curut, cerut atau cigarilos, shisha atau hookah dan bidis (Institute for Public Health, 2012). Selain daripada tembakau jenis berasap, terdapat juga pengguna tembakau yang tidak berasap seperti tembakau kunyah, gutkha, paan masala dan tembakau hidu (Institute for Public Health, 2012).

Pada masa kini, prevalens perokok lelaki di Malaysia adalah 43.9% manakala perokok wanita adalah sebanyak 1.0%. (Institute for Public Health, 2012). Perokok di Malaysia boleh dibahagikan kepada dua golongan iaitu perokok harian (20.9%) dan perokok sosial (2.3%) iaitu perokok yang merokok di waktu-waktu atau majlis-majlis tertentu seperti di majlis perkahwinan atau berjumpa rakan-rakan lama yang juga perokok harian atau perokok mingguan (Institute for Public Health, 2012).

Prevalens merokok dalam kalangan orang-orang muda di Malaysia menunjukkan senario yang agak membimbangkan pada masa hadapan berikutan kadar merokok yang agak tinggi. Berdasarkan laporan Tinjauan Remaja Tembakau Global Malaysia (2009) 19.5% remaja berumur 15 tahun menggunakan beberapa jenis produk tembakau dengan 18.2% menghisap rokok buatan kilang dan 9.5% menggunakan produk tembakau yang lain.

Situasi merokok dalam kalangan remaja Malaysia akan menentukan corak merokok dalam kalangan dewasa. Sebagai contoh, prevalens merokok dalam kalangan remaja lelaki secara signifikan adalah tinggi (30.9%) berbanding remaja perempuan (5.3%) (Ministry of Health, 2009). Walau bagaimanapun, 5.3% adalah lebih tinggi berbanding 1.0% prevalens perokok wanita dewasa, yang akan memberi kesan kelangsungan peningkatan yang signifikan kadar merokok dalam kalangan wanita dewasa di Malaysia pada masa akan datang.

2.1.4 Statistik Pendedahan Asap Rokok dalam kalangan Bukan Perokok Di Malaysia

Kerajaan Amerika mengelaskan asap rokok yang dibebaskan ke persekitaran sebagai salah satu penyebab kanser kepada manusia sekiranya terdedah kepadanya. Pendedahan kepada asap rokok adalah 25%-30% lebih berisiko menghadapi penyakit jantung koronari berbanding dengan mereka yang tidak terdedah kepada asap rokok (Institute of Medicine, 2010). Pendedahan asap rokok boleh berlaku di tempat awam, di tempat kerja, di rumah, di dalam kenderaan awam dan juga kenderaan sendiri.

Terdapat dua kumpulan yang dikategorikan sebagai terdedah kepada asap rokok (Haustein, 2003) :

- 1) Perokok (yang juga boleh menjadi perokok pasif pada masa mereka tidak merokok, tetapi bersama-sama perokok lain), dan
- 2) Perokok pasif ialah mereka bukan perokok tetapi terdedah kepada asap rokok semasa di rumah atau di tempat kerja.

Berdasarkan Tinjauan Perokok Dewasa Global (GATS) (2012), di Malaysia, dianggarkan 39.8% orang dewasa terdedah dengan asap rokok di tempat kerja dalam tempoh 30 hari yang lalu dan dalam kalangan bukan perokok pula, 33.9% terdedah kepada asap rokok dalam tempoh yang sama. Lelaki (46.2% keseluruhan, 39.1% bukan perokok) lebih terdedah kepada asap rokok di tempat kerja berbanding dengan wanita (30.1% keseluruhan, 29.8% bukan perokok). Prevalens pendedahan asap rokok di tempat-tempat kerja di kawasan bandar (41.6% keseluruhan, 35.6% bukan perokok) lebih tinggi berbanding dengan mereka yang bekerja di luar bandar (33.1% keseluruhan, 27.4% bukan perokok). Manakala daripada segi kumpulan etnik di Malaysia pula, kaum Cina merupakan kumpulan yang paling tinggi terdedah dengan asap rokok di tempat kerja (44.7% keseluruhan, 41.2% dalam kalangan bukan perokok) berbanding dengan kaum-kaum lain. 39.5 % dan 30.9% pekerja bukan Muslim dan pekerja Muslim masing-masing terdedah dengan asap rokok di tempat-tempat kerja mereka.

Selain daripada tempat kerja, bukan perokok turut terdedah kepada asap rokok di rumah masing-masing hasil daripada pencemaran asap perokok harian dan perokok mingguan serta perokok bulanan. Dianggarkan 38.4% (7.6 juta) orang dewasa terdedah kepada asap rokok di rumah. Secara nisbahnya, kira-kira 4 daripada 10 orang dewasa terdedah kepada asap rokok di rumah. Dalam kalangan bukan perokok pula, 27.9% (4.2 juta) terdedah kepada asap rokok di rumah. 32.8% bukan perokok wanita lebih berkecenderungan terdedah kepada asap rokok berbanding dengan bukan perokok lelaki (19.5%, 1.1 juta). Bukan perokok yang menetap di kawasan luar bandar (35.0%, 1.5 juta) adalah lebih tinggi terdedah kepada asap rokok di rumah berbanding dengan bukan perokok yang menetap di

bandar (25.1%, 2.7 juta). Jika dilihat daripada perspektif etnik pula, pendedahan asap rokok di rumah dalam kalangan bukan perokok Cina (14.5%, 0.5 juta) dan India (14.4%, 0.2 juta) kurang terdedah berbanding dengan bukan perokok yang Melayu (33.8%, 2.9 juta). Manakala bukan perokok Muslim lebih dua kali ganda lebih terdedah kepada asap rokok di rumah (34.9%, 3.4 juta) berbanding dengan bukan perokok bukan Muslim (15.2%, 0.8 juta)(Institute for Public Health, 2012).

Menurut laporan GATS (2012), lebih 8 daripada 10 orang dewasa sering terdedah kepada asap rokok di tempat-tempat awam seperti kedai kopi, kafe atau bistro dan hampir 8 daripada 10 orang dewasa akan terdedah kepada asap rokok apabila mereka berkunjung ke bar dan kelab malam. 7 daripada 10 orang dewasa akan terdedah kepada asap rokok semasa di restoran dan ini adalah sebanyak 42% daripada keseluruhan populasi Malaysia. Dianggarkan 20% orang dewasa, semasa mengunjungi bangunan kerajaan, akan terdedah kepada asap rokok dan 28% dalam kalangan orang dewasa akan terdedah kepada asap rokok semasa mereka menggunakan kenderaan awam. Hampir 9% orang dewasa terdedah kepada asap rokok semasa mereka berada di pusat penjagaan kesihatan (Institute for Public Health, 2012).

2.2 KOMPOSISI ASAP ROKOK

2.2.1 Asap Rokok Aliran Utama

Tembakau dan asap daripada tembakau adalah matriks yang sangat kompleks yang mengandungi beribu-ribu bahan kimia. Sejumlah 3044 jujuk telah diasingkan daripada tembakau dan 3996 jujuk lagi daripada asap rokok aliran utama (Roberts, 1988). Asap rokok aliran utama ialah asap rokok yang dikeluarkan daripada puntung rokok selepas penyedutan berlaku oleh perokok.

Sebanyak 4000 bahan kimia asap rokok aliran utama telah dikenalpasti dan membentuk lebih daripada 95% jisim asap rokok aliran utama (Jenkins et al., 2000). 'Jujuk asap tembakau' merujuk kepada semua jenis bahan dalam asap iaitu sama ada ianya terhasil daripada tembakau itu lendir atau daripada perisa tembakau, kertas tembakau, penapis atau daripada udara yang disedut melalui rokok.

Aerosol asap rokok aliran utama mengandungi karbon dioksida, lain-lain komponen fasa wap, jirim partikel (tar) dan nikotina. Empat komponen utama asap rokok ini akan masuk ke dalam badan perokok aktif secara berterusan sebagai aerosol yang kompleks dan dinamik yang mengandungi beribu-ribu bahan kimia daripada beberapa bilion partikel cecair separa bercas-elektrik per sentimeter padu (cm^3) (diameter aerodinamik $0.1 - 0.3\mu\text{m}$; 5×10^9 partikel per cm^3) dalam campuran gas pembakaran (Smith and Fischer, 2001). Bahan kimia yang terdapat di dalam aerosol asap rokok aliran utama disebarkan di antara partikel dan fasa wap bergantung kepada sifat-sifat fizikalnya (kemeruapan dan kestabilan) dan sifat-sifat kimia serta ciri-ciri persekitaran (Jenkins et al., 2000).

2.2.2 Asap Rokok Aliran Sisi & Asap Rokok Basi

Asap rokok aliran sisi adalah asap rokok yang dihasilkan oleh hujung rokok yang terbakar dan melalui kertas rokok, kebanyakannya di antara hembusan dan yang dikeluarkan oleh perokok (IARC, 2004).

Asap rokok aliran sisi mengandungi radikal bebas dalam kepekatan yang serupa dengan yang terdapat di dalam asap rokok aliran utama (Pryor et al., 1983). Pryor dan rakan-rakan telah mengesan radikal bebas yang reaktif yang mempunyai jangka-hayat yang panjang di dalam fasa gas, manakala di dalam fasa jirim zarahannya pula mereka menjumpai sistem radikal bebas yang mempunyai campuran separa kuinon, hidrokuinon dan kuinon, namun agen-agen ini tidak diketahui sama ada boleh menyebabkan tumor atau pun tidak (Pryor et al., 1998).

Semasa seorang perokok menghisap sebatang rokok atau sebarang produk tembakau yang berasap, selain daripada menyedut dan menghembus asap rokok aliran utama, terdapat juga asap rokok yang dilepaskan ke persekitaran antara satu sedutan dengan satu sedutan lain daripada kon yang dibakar. Sebaik sahaja asap dilepaskan (juga dikenali sebagai asap rokok aliran sisi) ianya akan bercampur bersama-sama asap rokok aliran utama dan udara dalaman untuk membentuk asap rokok basi yang terdedah kepada bukan perokok termasuk perokok. Asap yang dikeluarkan di hujung puntung rokok dan melalui kertas yang membaluti puntung rokok semasa menyedut juga menyumbang kepada kuantiti asap rokok basi. Oleh itu, asap tembakau basi adalah terbentuk daripada asap rokok aliran utama yang telah dikeluarkan dan asap rokok aliran sisi yang dicairkan (IARC, 2004).

Kira-kira 1% - 43% daripada asap rokok aliran utama yang dihembus keluar oleh perokok menghasilkan asap rokok basi (Baker and Proctor, 1990). Oleh kerana asap rokok yang terbebas ke persekitaran boleh terserak dengan cepat, asap rokok basi mempunyai ciri-ciri fisikokimia yang tidak sama berbanding asap rokok aliran utama dan asap rokok aliran sisi serta kepekatan juzuk asap rokok tersebut adalah berkurangan. Prinsip perubahan fizikal asap rokok aliran utama adalah pengurangan nisbah juzuk asap terdapat di dalam fasa zarah berbanding fasa wap. Median bagi saiz zarah asap rokok basi adalah lebih kecil berbanding saiz zarah asap rokok aliran utama. Prinsip perubahan kimia asap rokok adalah di dalam komposisinya, bergantung kepada kuantiti juzuk setiap jenis asap, ini disebabkan oleh perbezaan cara setiap jenis asap rokok tersebut bertindakbalas dengan pengalihudaraan dan bersentuhan dengan permukaan dalaman. Terdapat beberapa petunjuk bahawa berlakunya perubahan kimia spesis yang reaktif (IARC, 2004).

Campuran kompleks asap rokok basi yang terdiri daripada gas dan zarah, bersaiz sangat halus dengan purata saiz zarah adalah 0.2 mikrometer berbeza antara rokok dan cerut (Klepeis et al., 2003) dan berupaya untuk memasuki saluran pernafasan sehingga ke alveolus (US Department of Health and Human Services, 2006).

Bukan sahaja perokok yang berisiko tinggi untuk mendapat penyakit akibat asap rokok aliran utama malah orang lain yang terdedah kepada asap rokok aliran sisi dan asap rokok basi juga berisiko tinggi. Asap rokok basi merupakan penyebab kematian ketiga yang tertinggi. Statistik menunjukkan seramai 53,000 kematian bukan perokok setiap tahun di Amerika Syarikat berpunca daripada asap rokok basi. Berdasarkan statistik, akan terdapat seorang bukan perokok di samping lapan orang

perokok lain yang mati akibat pendedahan kepada asap rokok basi (Glantz and Parmley, 1991, Taylor et al., 1992).

Komposisi kualitatif komponen asap secara umumnya adalah serupa di dalam asap rokok aliran utama, asap rokok aliran sisi dan asap rokok basi yang juga dikenali sebagai asap rokok ‘persekitaran’ (*Environmental tobacco smoke, ETS*). Komposisi kuantitatif matriks asap-asap rokok yang berbeza ini, berkemungkinan juga adalah berbeza.

Penilaian yang telah dijalankan oleh Majlis Penyelidikan Negara (NRC) pada tahun 1986 mengenai perbezaan komposisi asap rokok aliran utama dan aliran sisi menunjukkan sesetengah bahan dihasilkan pada aras sehingga melebihi sepuluh kali ganda di dalam asap aliran sisi berbanding asap aliran utama (EPA California: Air Resources Board, 2005). Agensi Pengawalan Persekitaran (EPA) California juga melaporkan mengenalpasti 19 fasa gas dan 21 bahan jirim zarah di dalam asap rokok aliran sisi dengan bahan karsinogenik dan bukan karsinogenik terhadap kesihatan. Program Toksikologi Kebangsaan Amerika menganggarkan terdapat sekurang-kurangnya 250 bahan kimia di dalam asap rokok basi yang diketahui ianya adalah toksik dan boleh menyebabkan kanser (US Department of Health and Human Services, 2006) .



Rajah 2.1 : Ilustrasi Jenis Asap Rokok

2.3 ZARAHAN TERNAFASKAN, RSPS (*RESPIRABLE SUSPENDED PARTICLES*)

Asap rokok basi yang dikeluarkan oleh sebatang rokok turut mengandungi zarah-zarah ternafaskan (RSPs) dalam bentuk titisan halus cecair atau berlinin. RSPs didefinisikan sebagai zarah-zarah halus yang boleh memasuki ke dalam ruang paru-paru sehingga ke alveolus yang boleh wujud dalam pelbagai bentuk di dalam udara dalaman (IARC, 2004). Menurut Chalupa (2004), partikel halus yang bersaiz kurang daripada $0.1\mu\text{m}$ mempunyai keupayaan yang tinggi untuk masuk ke dalam ruang paru-paru. Tempoh di antara penarikan dan hembusan nafas yang lebih panjang akan menghasilkan banyak partikel ini yang mudah memasuki ke dalam ruang paru-paru termasuklah partikel yang bersaiz $10\mu\text{m}$.

Partikel asap rokok basi lebih halus berbanding dengan partikel asap rokok aliran utama. Purata diameter median partikel asap rokok aliran utama adalah kira-kira $0.35\text{--}0.40\mu\text{m}$. Penentuan gravimetrik menunjukkan RSPs asap rokok basi dalam persekitaran biasa berkemungkinan merangkumi satu per tiga daripada RSPs udara

dalaman. Walau bagaimanapun, dalam sesetengah persekitaran, ia boleh mencapai sehingga dua per tiga (Jenkins et al., 2000).

Berdasarkan kajian makmal yang dijalankan oleh Scherer dan rakan-rakan (1990), kepekatan RSPs bagi 120 batang rokok yang dihisap selama 9 jam dalam masa satu hari adalah sebanyak $4091\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sekiranya terdapat perokok aktif di dalam persekitaran dalaman, purata tahap RSPs adalah di antara 24 hingga $1947\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jenkins et al., 2000). Kajian juga menunjukkan RSPs mengambil masa kira-kira 1 jam untuk kepekataannya berkurang kepada separuh daripada kepekatan asal dan masa antara tahap puncak RSPs dan turun kembali kepada tahap yang dicadangkan oleh WHO kebiasaannya beberapa jam (Semple and Latif, 2014)

Penyumbang RSPs bergantung kepada pelbagai faktor seperti corak lalulintas kenderaan, kualiti sistem pengalihudaraan dan kewujudan sumber-sumber lain seperti asap daripada aktiviti memasak dan asap dari dapur yang menggunakan arang kayu. Perbandingan kepekatan RSPs di lokasi yang terdapat aktiviti merokok adalah tiga kali ganda lebih tinggi daripada tahap kepekatan RSPs di lokasi tanpa merokok. Agensi Pengawalan Persekitaran Amerika Syarikat (USEPA) telah mencadangkan tahap maksimum partikel halus di dalam udara persekitaran luar adalah $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk tempoh 24 jam bagi partikel yang bersaiz kurang daripada atau sama dengan $2.5\mu\text{m}$. Pada lokasi yang mempunyai aktiviti merokok, tahap kepekatan partikel didapati melebihi daripada tahap maksimum yang dicadangkan (IARC, 2004).

Terdapat pelbagai kajian yang telah dijalankan berkaitan tahap partikel asap rokok di persekitaran tertutup seperti di dalam pejabat, restoran, bar, rumah dan pengangkutan awam. Bukan perokok yang berada di dalam persekitaran ini, jelas sekali terdedah kepada bahaya asap rokok basi. Pendedahan asap rokok basi